대한유방검진학회지 2007;4:140 - 148

유방 검사에 있어서 혈관조영기술 (vascular enhancement technology, Clarify™)의 임상적 적용과 초음파 B - mode, 칼라 도플러 영상 그리고 파워 도플러 영상과의 비교

곽진영[1] · 김은경[1] · 김민정[1] · 손은주[1] · 오기근[1]

[1]연세대학교 의과대학 진단방사선과학교실, 진단방사선의과학 연구소

목적: 이 연구는 혈관조영기술 (vascular enhancement technology, Clarify™) 영상을 보여주고, 유방의 B - mode, 칼라 도플러 영상, 그리고 파워 도플러 영상을 비교하는 데 있다.

대상 및 방법: 다양한 유방 증례들이 포함되어 있다. 정상 혈관 구조와 비정상 유방 병변을 포함한 다양한 유방 증례들을 B - mode, 칼라 도플러 영상, 그리고 파워 도플러 영상으로 영상화하였고, 후향적 영상들을 비교하였다.

결과: 혈관조영기술 (vascular enhancement technology, Clarify™)은 칼라 도플러 영상, 그리고 파워 도플러 영상과 비교시 회색조 영상을 더 명확하게 영상화하였다. 그러나, 작은 혈류 신호는 색조가 없는 영상을 얻으므로 혈관조영기술로 찾기가 더 어려웠다.

결론: 혈관조영기술 (vascular enhancement technology, Clarify™)은 정상 유방과 비정상 유방 질환에서 더 명확한 회색조 영상과 혈류를 보여주는 장점이 있다.

Index words: Breast, Ultrasound (US), Ultrasound (US) technology

서 론

혈관조영기술(Vascular enhancement technology, Clarify™)은 정교한 알고리듬을 기초로 하여 혈관 B - mode 영상의 새로운 기법이다. B - mode 은 B - mode 조직 해상도를 향상시키기 위해 파워 도플러 정보를 사용한 기법을 이용하여, 관심 있는 부분의 2D 초음파에서 partial volume averaging artifacts interest를 줄여준다. 결과적으로 이 기법은 조직과 혈관을 모두 명확히 보는 데 도움을 준다. 지금까지 유방 조직의 검사에 혈관조영기술을 적용한 연구는 없었다. 이 연구에서 유방의 다양한 정상과 비정상 병변에 있어서 혈관조영기술을 적용시키고, B - mode, 칼라 도플러 영상, 그리고 파워 도플러 영상과 비교를 보여주고자 하였다.

통신저자 : 김은경
서울시 서대문구 성산로 250 (120 - 752), 연세의대 영상의학과
Tel. (02)2228 - 7413, Fax. (02) 393 - 3035
E - mail: ekkim@yumc.yonsei.ac.kr

대상과 방법

이 연구는 2005년 9월부터 2006년 1월까지 SONO - LINE Antares (Siemens Medical Solutions, Mountain view, CA, U.S.A.) 기기에 5 - 13 MHz 선형 탐촉자를 이용한 초음파 사진을 대상으로 하였다. 다양한 유방의 정상, 비정상 병변이 동일한 파라미터를 사용하여B - mode, 칼라 도플러, 파워 도플러, 그리고 혈관조영기술 사진을 얻었다. 칼라 민감도는 주변 배경 칼라는 보이지 않고 작은 혈관이 보일 수 있을 정도로 맞추었다. 칼라 상자는 병변과 주변 정상 유방조직을 포함할 정도의 크기로 하였다. 스캔 방향은 혈관이 적절히 잘 보이는 방향을 선택하였다. 종괴 내에 작고 압력이 낮은 혈관을 소멸하지 않도록 탐촉자의 압력을 주의하면서 시행하였다.

우리 초음파 기기는 혈관조영기술의 여러 단계 (1 - 6)로 조절할 수 있다. 혈관조영기술의 단계가 올라갈수록 혈관은 더 잘 보이지만 인공물이 증가한다. 결국 검사자가 적절한 단계를 선택하는 것이 중요한데, 저자들의 경험으로는 단계 4 또는 5가 유방의 혈관을 보는데 가장 적합하였다.

결 과

정상 유방 구조물과 비정상 유방 병변의 대표적인 혈

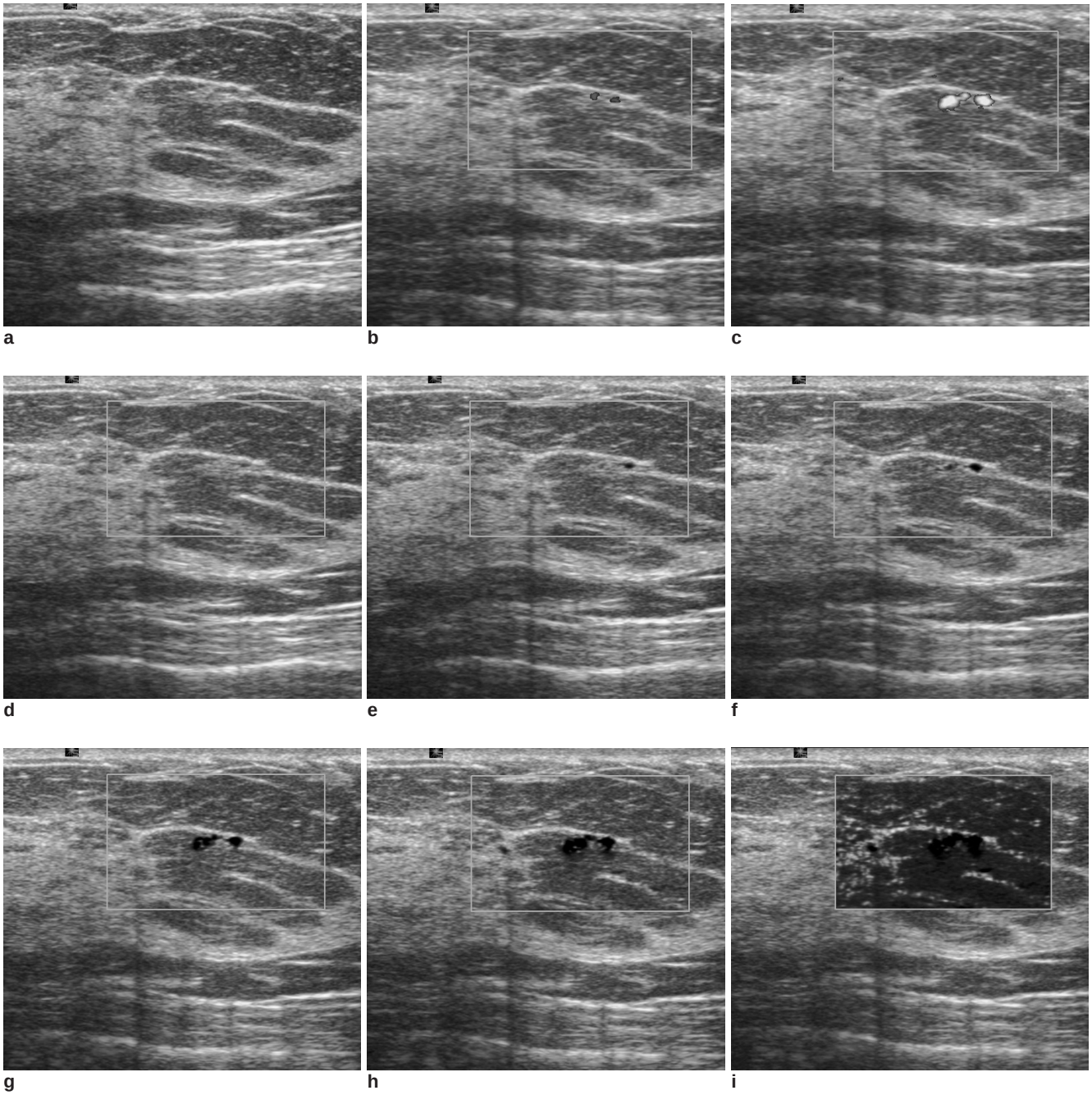


Fig. 1. Normal vasculature of the breast.
a. Conventional gray scale image shows normal breast tissue.
b. Color Doppler image shows the discrimination of artery and vein in the breast by color.
d. Power Doppler image shows several vessels.
d-i. Vascular enhancement technology (Clarify™) images show the expression of vascularity at different imaging levels. Underlying tissue is depicted more clearly than with color and power Doppler images. Increased artifacts are seen at high imaging levels of vascular enhancement technology (Clarify™).

관조영기술 사진을 그림 1-9에 표현하였고, B-mode, 칼라 도플러, 그리고 파워 도플러의 사진과도 비교하였다. 그림 1-2는 혈관조영기술 단계에 따른 유방과 액와의 혈관을 보여준다. 단계가 증가함에 따라 혈관도 쉽게 잘 볼 수 있다. 칼라 도플러, 파워 도플러와 비교시, 혈관조영기술 4-5단계가 적절하였고, 주변 유방 조직도 잘 볼 수 있었다. 혈관조영기술의 6단계는 칼라 도플러, 파워 도플러에서 보이는 섬광인공물 (flash artifacts)와 유사한 인공물로 인해 영상이 방해를 받았다. 그림 3은 유방 종괴에서 혈관조영기술 단계에 따른 영상을 보여준

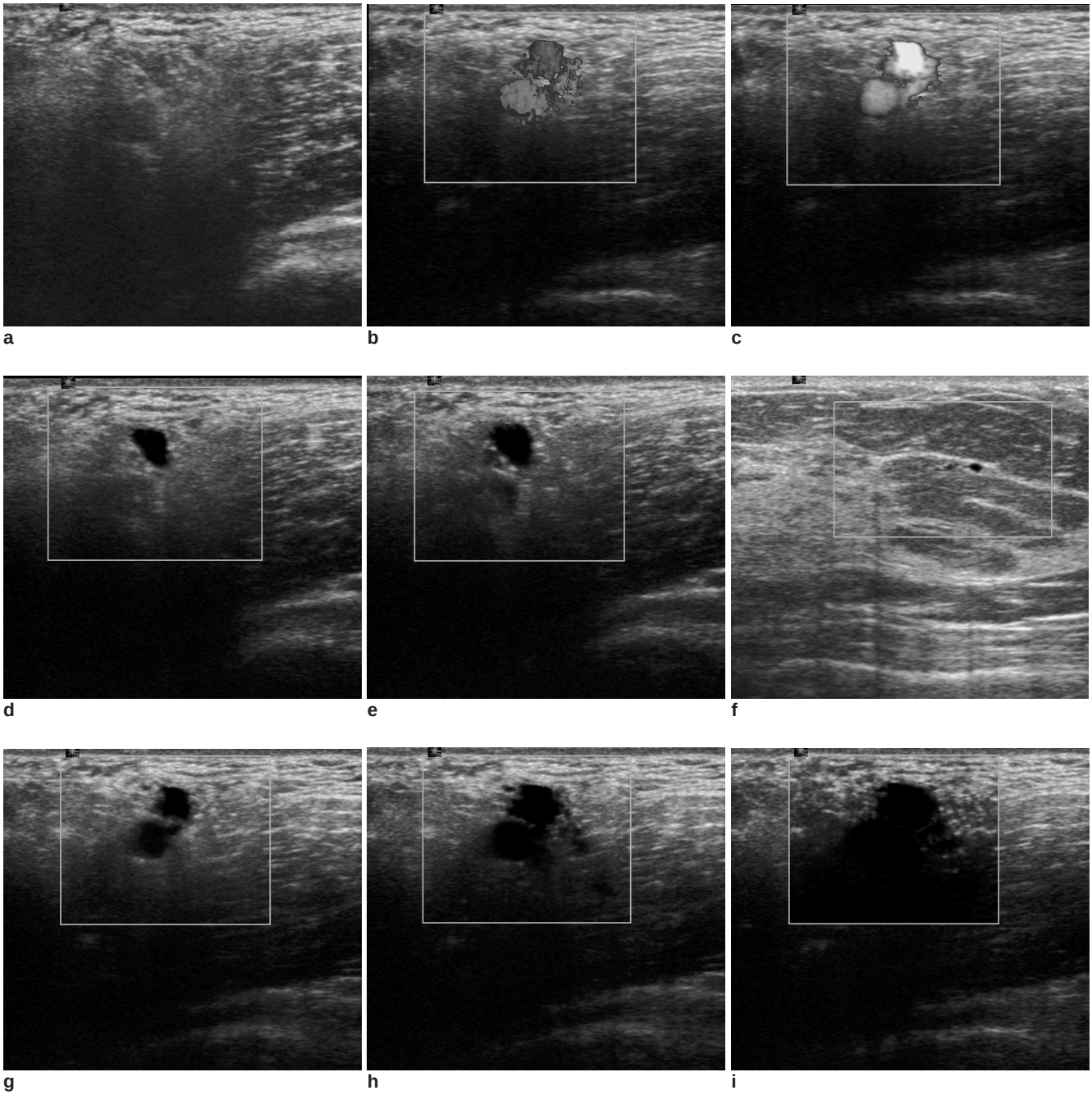


Fig. 2. Axillary vessels.
a. Conventional gray scale image shows normal axilla.
b. Color Doppler image shows the discrimination of axillary artery and vein by color.
c. Power Doppler image shows adjacent axillary vessels.
d-i. Vascular enhancement technology (Clarify™) images show the expression of vascularity at different imaging levels. Underlying tissue is depicted more clearly than with color and power Doppler images. At the highest level of vascular enhancement technology (Clarify™), increased artifacts interfere with depiction of the underlying structure and vascularity.

다. 이 기법이 유방 종괴에 적용될 때, 혈관조영기술 4-5단계가 인공물의 방해를 받지 않으며, 연관된 혈관을 잘 볼 수 있었다. 그림 4-9는 다양한 유방 질환에서 혈관조영기술 단계 4의 적용을 보여주었다. 때로, 파워 도플러 영상과 비교시 혈관조영기술의 검은 혈류 신호가 종괴내에서 보기가 어려울 수 있었다. 그러나 저자들의 경험상, 실시간 초음파에서 이는 큰 장애가 아니었다.

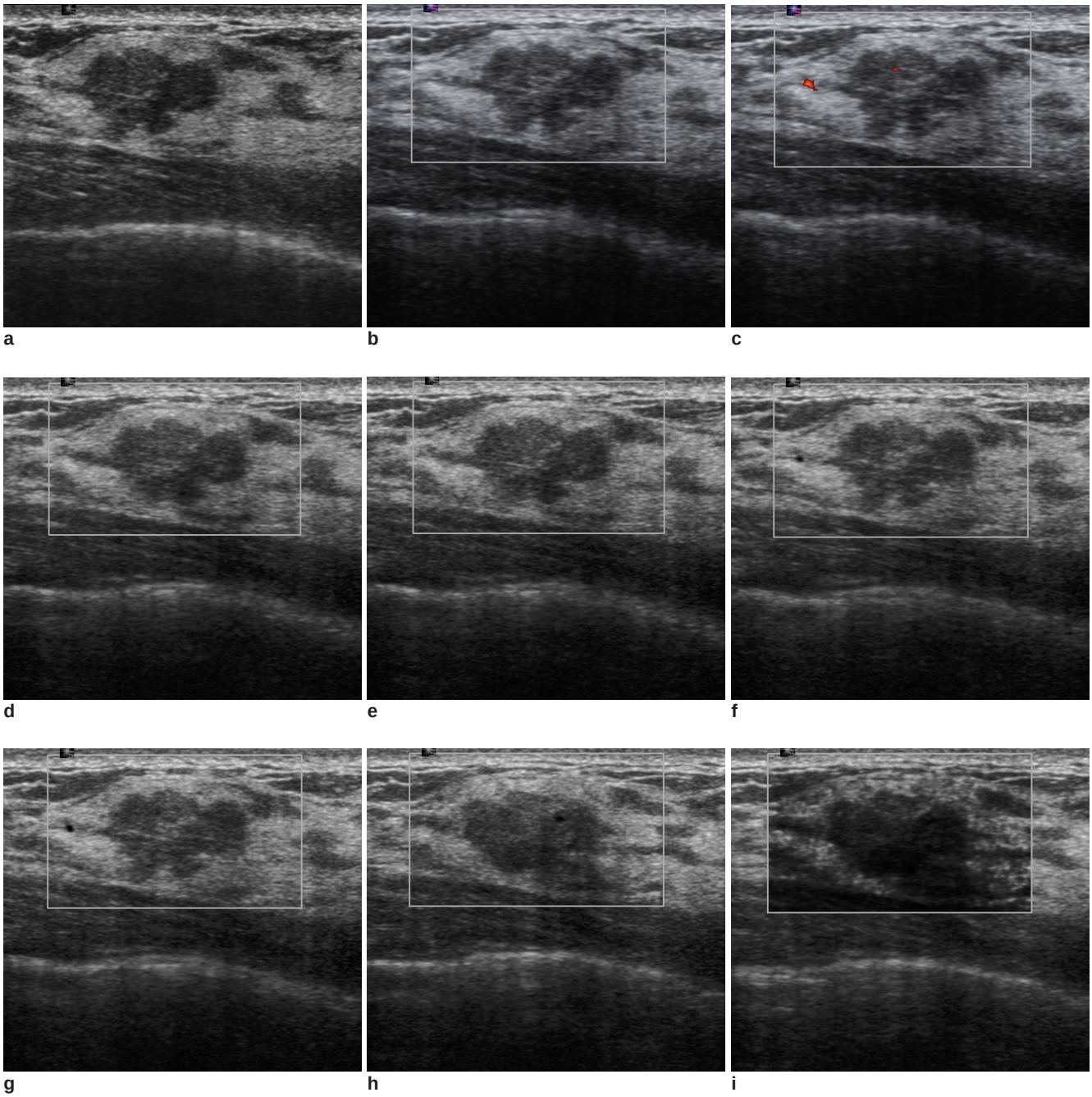


Fig. 3. Vasculature within a 1.3-cm sized fibroadenoma.
a. Conventional gray scale shows a 1.3-cm, oval hypoechoic mass.
b. Color Doppler image shows no discernable vessels.
c. Power Doppler image shows vascularity within the mass.
d-i. Vascular enhancement technology (Clarify™) images show the expression of vascularity at different imaging levels. Underlying tissue is depicted more clearly than with color and power Doppler images. However, black flow signals within the mass were difficult to see compared with power Doppler images. Increased imaging level of vascular enhancement technology (Clarify™) resulted in increased artifacts.

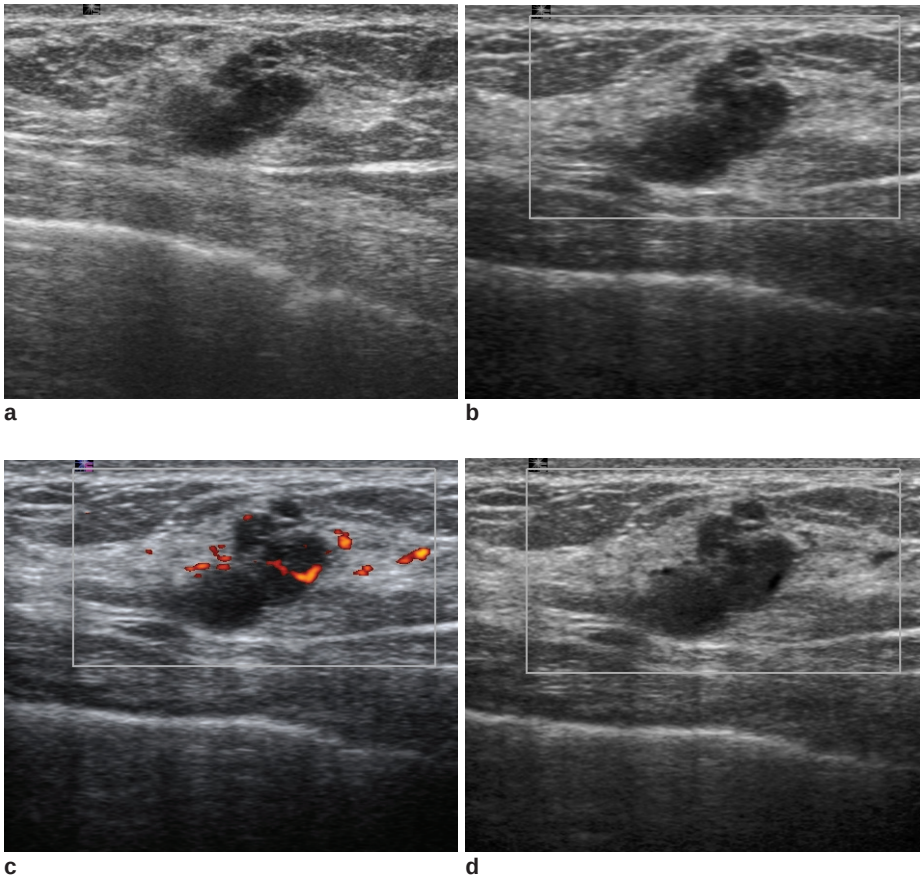


Fig. 4. Vasculature within a 1.3-cm sized atypical medullary carcinoma.
a. Conventional gray scale shows a 1.3-cm, oval, complex cystic mass.
b. Color Doppler image shows no discernable vessels.
c. Power Doppler image shows vascularity within and adjacent to the mass.
d. Vascular enhancement technology (Clarify™) at level 4 shows vasculature within and adjacent to the mass. Underlying tissue is depicted more clearly than with color and power Doppler images. However, black flow signals within the mass were difficult to see compared with power Doppler images.

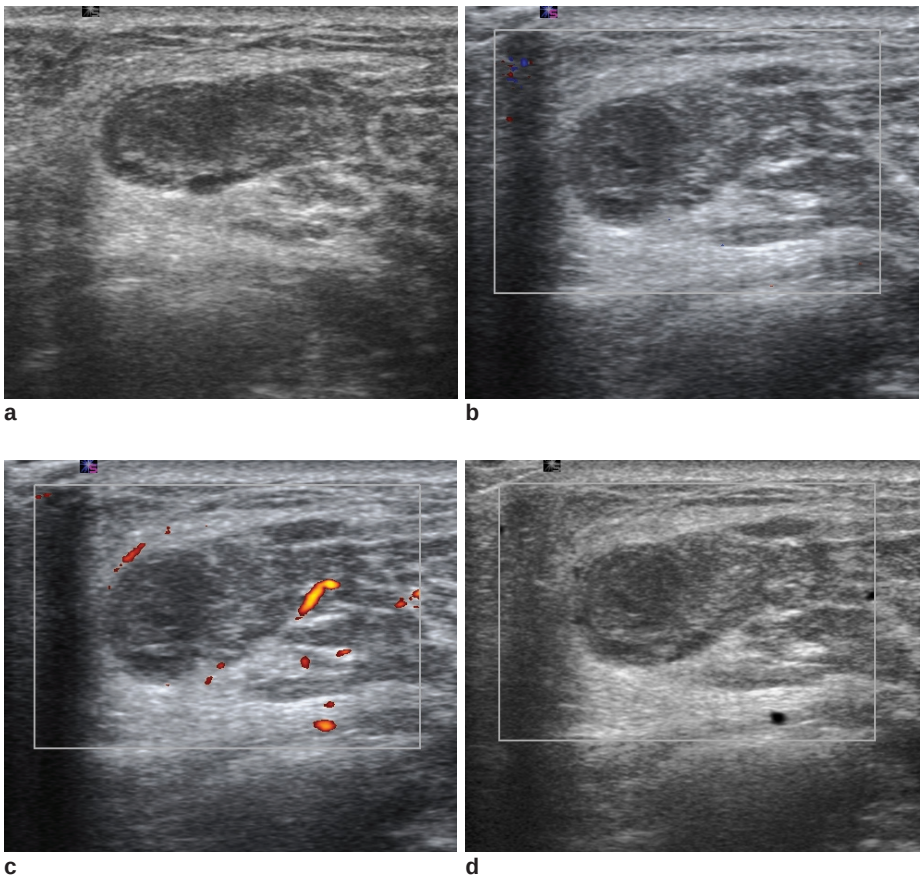


Fig. 5. Vasculature within a 2-cm sized lactating adenoma.
a. Conventional gray scale shows a 2-cm, oval hypoechoic mass.
b. Color Doppler image shows no discernable vessels.
c. Power Doppler image shows vasculature adjacent to the mass.
d. Vascular enhancement technology (Clarify™) image at level 4 shows vasculature adjacent to the mass. Underlying tissue is depicted more clearly than with color and power Doppler images.

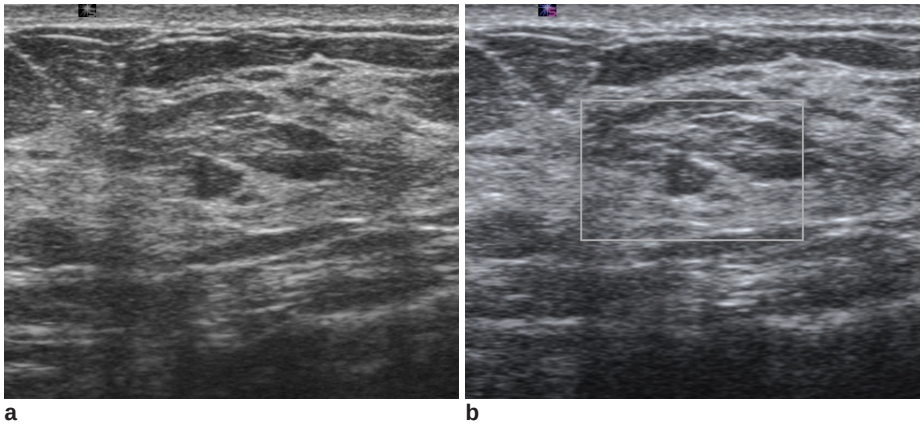


Fig. 6. Vasculature within a 0.4-cm sized fibroadenoma.
a. Conventional gray scale shows a 0.4-cm, oval, microlobulated, hypoechoic mass.
b. Color Doppler image shows no discernable vessel.
c. Power Doppler image shows vasculature adjacent to the nodule and flash artifacts due to motion.
d. Vascular enrichment technology (Clarify™) image at level 4 shows vasculature adjacent to the nodule and flash artifacts due to motion.

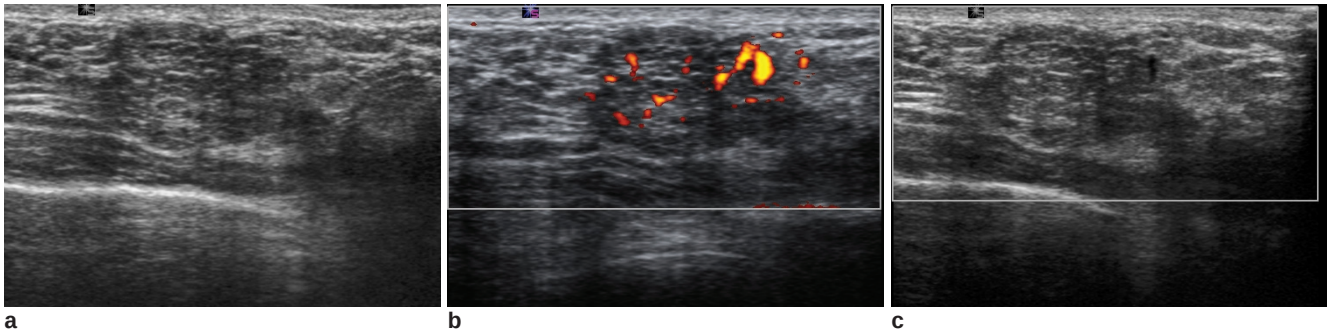


Fig. 7. Vasculature within a 1.5-cm sized ductal carcinoma in situ.
a. Conventional gray scale shows a heterogenous echoic mass.
b. Power Doppler image shows vasculature within and adjacent to the mass.
c. Vascular enhancement technology (Clarify™) image at level 4 shows vasculature adjacent to the nodule and gives a clearer gray scale image than power Doppler image. However, black flow signals within the mass were difficult to see compared with power Doppler images.

고 찰

종괴의 혈관형성과 신생 혈규공급은 암의 자발적인 성장과 전파에 아주 중요한 역할을 한다고 알려져 있다 (1). 실험을 통한 연구에서 비정상 혈관의 형성과 증식은 종괴 성장에 필수적임을 보여준 바 있다 (2). 양성과 악성 유방 종괴를 구분하기 위하여, 많은 저자들은 초음파 소견에 관한 연구를 하였다 (3 - 5). 이런 초음파 소견 중에서 종괴내의 혈관에 관한 연구도 포함이 된다 (6, 7).

초음파의 칼라 도플러, 파워 도플러 등의 기술의 발전으로 초음파에서 혈관을 볼 수 있게되었다. 많은 연구들이 유방 병변을 감별하고자 칼라 도플러, 파워 도플러에 관한 연구를 하였다 (8 - 14). 칼라 도플러는 도플러 신호의 평균 빈도 변이에 기초로 하여, 주로 고속의 큰 혈관에 적용이 되고, 임상적으로 종괴 혈관에 관한 유용한 정보를 제공하였다. 그러나 칼라 도플러는 각도 의존성, 위신호 (aliasing), 게인이 너무 높거나 낮을 때 잡음이

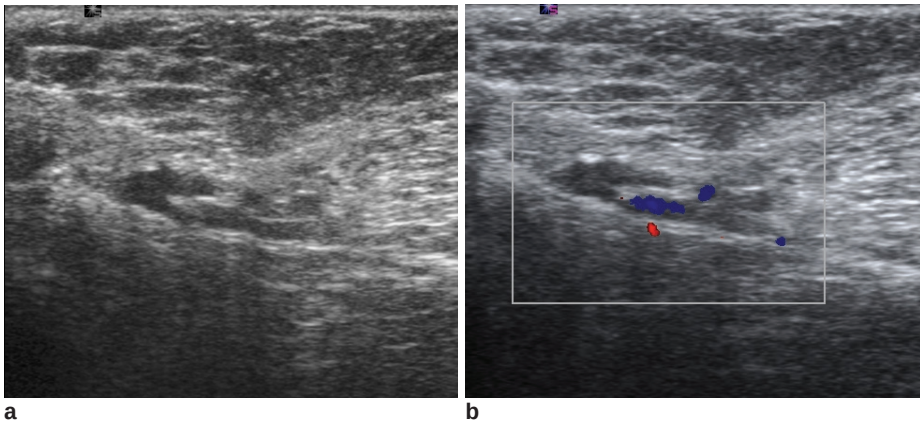
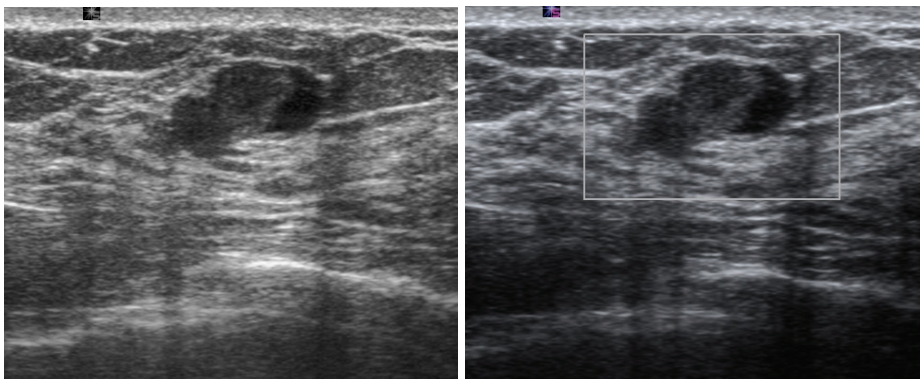
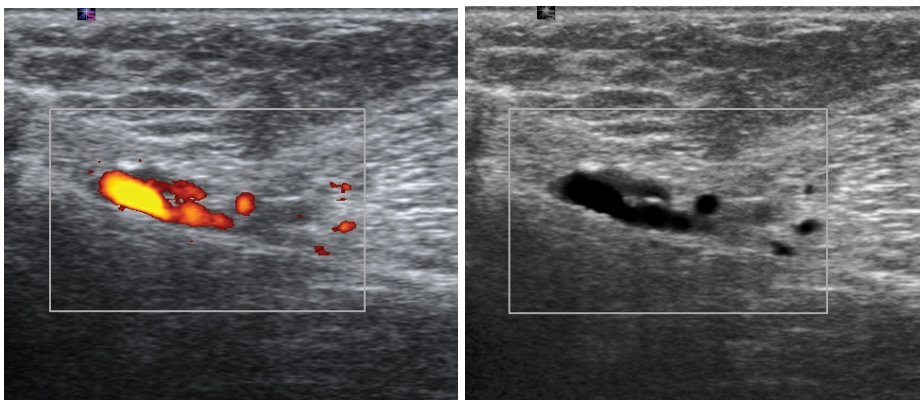


Fig. 8. Vasculature in mastectomy site.
a. Conventional gray scale shows branching vascular structure.
b. Color Doppler image shows discernable vascular structure.
c. Power Doppler image shows increased vascularity compared with color Doppler image.
d. Vascular enhancement technology (Clarify™) image at level 4 shows vasculature with a clearer gray scale image than power Doppler image.





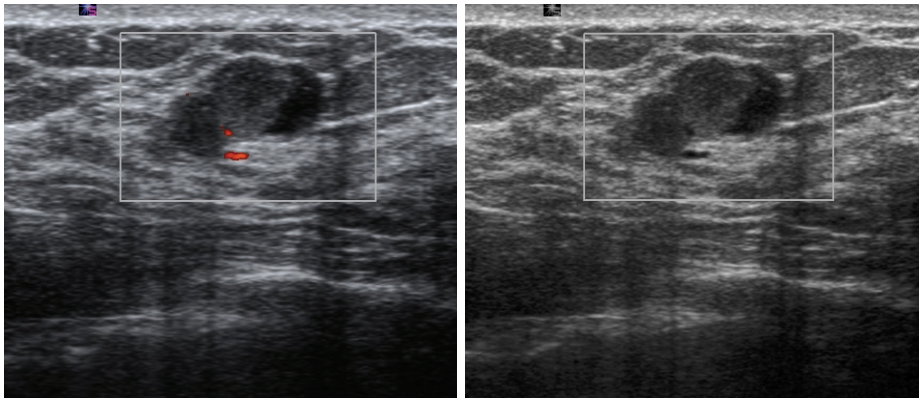


Fig. 9. Vasculature within a 1.3-cm sized intraductal papilloma.
a. Conventional gray scale image shows an oval complex cystic mass.
b. Color Doppler image shows no discernable vessels.
c. Power Doppler image shows vasculature within and adjacent to the solid portion of the mass.
d. Vascular enhancement technology (Clarify™) image at level 4 shows similar vascularity to the power Doppler image with a clearer gray scale image. However, black flow signals within the mass were difficult to see compared with power Doppler images.

과다해지는 경향 등의 한계가 있었다. 그러므로, 칼라 도플러 초음파는 미세 혈관 같은 저속의 혈류를 감지하는데 유효하지 못했다 (15 - 17). 파워 도플러 영상은 도플러 변이의 크기를 이용하여 칼라 도플러의 다이나믹 범위를 확장하였다 (18 - 20). The 이로 인해 파워 도플러 초음파는 칼라 도플러에서 불가능한 작은 혈류도 더 잘 볼 수 있게 되었다 (21). 파워 도플러 영상의 단점은 혈류 방향에 대한 정보를 알 수 없고 속도를 추측할 수 없다는 것이다.

새로운 초음파 기법인 혈관조영기술은 최신 초음파 기기인 SONOLINE Antares (Siemens Medical Solutions, U.S.A.)에서만 가능한 기법이다. 혈관조영기술은 B - mode 조직 해상도를 향상시키기 위해 파워 도플러 정보를 사용한 기법을 이용하여, 관심 있는 부분의 2D 초음파에서 partial volume averaging artifacts interest를 줄여준다. 결과적으로 이 기법은 조직과 혈관을 모두 명확히 보는데 도움을 준다. 혈관조영기술은 혈류를 표현하는 정도에 따라 여러 단계 (1 - 6)로 조절할 수 있다. 혈관조영기술의 단계가 올라갈수록 혈관은 더 잘 보이지만 인공물이 증가한다. 결국 검사자가 적절한 단계를 선택하는 것이 중요한데, 저자들의 경험으로는 단계 4 또는 5가 유방의 혈관을 보는데 가장 적합하였다.

저자들의 경험상, 혈관조영기술은 칼라 도플러나 파워 도플러보다 회색조 영상과 혈관을 보는데 좀 더 명확한 영상을 보여주었다. 게다가 혈관조영기술은 섬광인공물이 거의 없었다. 그렇지만 색깔이 없는 영상이어서 작은 혈류를 보는데는 어려움이 있었다. 그렇지만 실시간 초음파에서 이는 큰 문제가 되지는 않았다.

결론적으로 혈관조영기술 (vascular enhancement technology, Clarify™)은 정상 유방과 비정상 유방 질환에서 더 명확한 회색조 영상과 혈류를 보여주는 장점이 있었다.

참 고 문 헌

1. Schor AM, Schor SL. Tumour angiogenesis. J Pathol 1983;141:385-413
2. Weidner N, Semple JP, Welch WR, Folkman J. Tumor angiogenesis and metastasis--correlation in invasive breast carcinoma. N Engl J Med 1991;324:1-8
3. Stavros AT, Thickman D, Rapp CL, Dennis MA, Parker SH, Sisney GA. Solid breast nodules: use of sonography to distinguish between benign and malignant lesions. Radiology 1995;196:123-134
4. Skaane P, Engedal K. Analysis of sonographic features in the differentiation of fibroadenoma and invasive ductal carcinoma. AJR Am J Roentgenol 1998;170:109-114
5. Rahbar G, Sie AC, Hansen GC, et al. Benign versus malignant solid breast masses: US differentiation. Radiology 1999;213:889-894
6. American College of Radiology. Breast Imaging Reporting and Data System (BI-RADS), 4th ed. Reston, VA: American College of Radiology;2003
7. Mendelson EB, Berg WA, Merritt CR. Toward a standardized breast ultrasound lexicon, BI-RADS: ultrasound. Semin Roentgenol 2001;36:217-225
8. Birdwell RL, Ikeda DM, Jeffrey SS, Jeffrey RB Jr. Preliminary experience with power Doppler imaging of solid breast masses. AJR Am J Roentgenol 1997;169:703-707
9. S Raza and JK Baum. Solid breast lesions: evaluation with power Doppler US. Radiology 1997;203:164-168
10. Dixon JM, Walsh J, Paterson D, Chetty U. Colour Doppler ultrasonography studies of benign and malignant breast lesions. Br J Surg 1992;79:259-260
11. Madjar H, Prompeler HJ, Sauerbrei W, Wolfarth R, Pfleiderer A. Color Doppler flow criteria of breast lesions. Ultrasound Med Biol 1994;20:849-858
12. MM McNicholas, PM Mercer, JC Miller, EW McDermott, NJ O ' Higgins, DP MacErlean. Color Doppler sonography in the evaluation of palpable breast masses. AJR Am J Roentgenol 1993;161:765-771
13. Ozdemir A, Ozdemir H, Maral I, Konus O, Yucel S, Isik S. Differential diagnosis of solid breast lesions: contribution of Doppler studies to mammography and gray scale imaging. J Ultrasound Med 2001;20:1091-1101
14. Sahin-Akyar G, Sumer H. Color Doppler ultrasound and spectral analysis of tumor vessels in the differential diagnosis of solid breast masses. Invest Radiol 1996;31:72-79
15. Hamper UM, DeJong MR, Caskey CI, Sheth S, Power Doppler imaging: clinical experience and correlation with color Doppler US and other imaging modalities. Radiographics 1997;17:499-513
16. Choi BI, Kim TK, Han JK, Chung JW, Park JH, Han MC, Power versus conventional color Doppler sonography: comparison in the depiction of vasculature in liver tumors. Radiology 1996;200:55-58
17. Eriksson R, Persson HW, Dymling SO, Lindstrom K. Evaluation of Doppler ultrasound for blood perfusion measurements. Ultrasound Med Biol 1991;17:445-452
18. Rubin JM, Bude RO, Carson PL, Bree RL, Adler RS. Power Doppler US: a potentially useful alternative to mean frequency-based color Doppler US. Radiology 1994;190:853-856
19. Raza S, Baum JK. Solid breast lesions: evaluation with power Doppler US. Radiology 1997;203:164-168
20. MacSweeney JE, Cosgrove DO, Arenson J. Colour Doppler energy (power) mode ultrasound. Clin Radiol 1996;51:387-390
21. Albrecht T, Lotzof K, Hussain HK, Shedden D, Cosgrove DO, de Bruyn R. Power Doppler US of the normal prepubertal testis: does it live up to its promises? Radiology 1997;203:227-231

J Korean Soc Breast Screening 2007;4:140 - 148

Clinical Application of Vascular Enhancement Technology (Clarify™) and Comparison with B-mode, Color Doppler and Power Doppler Imaging in Evaluation of the Breast

Jin Young Kwak, M.D.[1], Eun-Kyung Kim, M.D.[1],Min Jung Kim, M.D.[1], Eun Ju Son, M.D.[1], Ki Keun Oh, M.D.[1]

[1]Department of Diagnostic Radiology, Research Institute of Radiological Science, Yonsei University College of Medicine

Purpose: To evaluate images of vascular enhancement technology (Clarify™) and compare these with B-mode, color Doppler and power Doppler images of the breast.

Materials and Methods: Cases illustrative of a broad range of breast conditions were collected. The various breast conditions, including both normal vascular structures and abnormal lesions, were imaged by B-mode, color Doppler, power Doppler, and Clarify™, and the respective images were compared.

Results: The Clarify™ technique revealed clearer underlying gray scale images than color and power Doppler images. However, a small flow signal was harder to detect in the Clarify™ image due to the colorless images.

Conclusion: The vascular enhancement technology (Clarify™) is beneficial due to its increased ability to depict vascularity and clear gray scale image of normal and abnormal breast conditions.

Index words: Breast, Ultrasound (US), Ultrasound (US) technology

Corresponding author: Eun-Kyung Kim, M.D.